

Docket No.: M&N-IT280

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : JÖRG-REINHARDT KROPP ET AL.
Filed : CONCURRENTLY HEREWITH
Title : DEVICE AND METHOD FOR MULTIPLEXING AND/OR
DEMULTIPLEXING OPTICAL SIGNALS OF A PLURALITY OF
WAVELENGTHS



CLAIM FOR PRIORITY

Hon. Commissioner of Patents and Trademarks,
Washington, D.C. 20231

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119,
based upon the German Patent Application PCT/DE01/02446, filed July 2, 2001.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted
herewith.

Respectfully submitted,

A large, stylized handwritten signature in black ink, appearing to read "Laurence A. Greenberg".

For Applicants

LAURENCE A. GREENBERG
REG. NO. 29,308

Date: February 21, 2002

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100
Fax: (954) 925-1101

/kf

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT



10/079731
02/21/02
10/079731
02/21/02

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer internationalen Patentanmeldung

Aktenzeichen:

PCT/DE 01/02446

Anmeldetag:

2. Juli 2001

Anmelder/Inhaber:

Infineon Technologies AG, München/DE

Bezeichnung:

Vorrichtung und Verfahren zum Multiplexen und/oder
Demultiplexen optischer Signale einer Mehrzahl von
Wellenlängen

IPC:

G 02 B 6/293

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser internationalen Patentanmeldung.

München, den 27. August 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

0	Vom Anmeldeamt auszufüllen	
0-1	Internationales Aktenzeichen.	PCT/DE 0 1 / 0 2 4 4 6
0-2	Internationales Anmeldedatum	0 2. Juli 2001 (0 2. 07. 01)
0-3	Name des Anmeldeamts und "PCT International Application"	RO/DE Deutsches Patent- und Markenamt (German Patent and Trade Mark Office) PCT International Application
0-4	Formular - PCT/RO/101 PCT-Antrag	
0-4-1	erstellt durch Benutzung von	PCT-EASY Version 2.91 (aktualisiert 01.01.2001)
0-5	Antragsersuchen Der Unterzeichnete beantragt, daß die vorliegende internationale Anmeldung nach dem Vertrag über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens behandelt wird	
0-6	(Vom Anmelder gewähltes) Anmeldeamt	Deutsches Patent- und Markenamt (RO/DE)
0-7	Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts	IT 280 WO
I	Bezeichnung der Erfindung	VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM MULTIPLEXEN UND/ODER DEMULTIPLEXEN OPTISCHER SIGNALE EINER MEHRZAHL VON WELLENLÄNGEN
II	Anmelder	
II-1	Diese Person ist	nur Anmelder
II-2	Anmelder für	Alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US
II-4	Name	INFINEON TECHNOLOGIES AG
II-5	Anschrift:	St.-Martin-Straße 53 D-81669 München Deutschland
II-6	Staatsangehörigkeit (Staat)	DE
II-7	Sitz/Wohnsitz (Staat)	DE
III-1	Anmelder und/oder Erfinder	
III-1-1	Diese Person ist	Anmelder und Erfinder
III-1-2	Anmelder für	Nur US
III-1-4	Name (FAMILIENNAME, Vorname)	KROPP, Jörg-Reinhardt
III-1-5	Anschrift:	Zittauer Straße 60 D-12355 Berlin Deutschland
III-1-6	Staatsangehörigkeit (Staat)	DE
III-1-7	Sitz/Wohnsitz (Staat)	DE

PCT-ANTRAG

Original (für EINREICHUNG) - gedruckt am 02.07.2001 12:09:32 PM

IT 280 WO

III-2	Anmelder und/oder Erfinder	
III-2-1	Diese Person ist	Anmelder und Erfinder
III-2-2	Anmelder für	Nur US
III-2-4	Name (FAMILIENNAME, Vorname)	ELSCHNER, Robert
III-2-5	Anschrift:	Sigmaringer Straße 9 D-10713 Berlin Deutschland
III-2-6	Staatsangehörigkeit (Staat)	DE
III-2-7	Sitz/Wohnsitz (Staat)	DE
III-3	Anmelder und/oder Erfinder	
III-3-1	Diese Person ist	Anmelder und Erfinder
III-3-2	Anmelder für	Nur US
III-3-4	Name (FAMILIENNAME, Vorname)	EICHLER, Hans, Joachim
III-3-5	Anschrift:	Marienhöher Weg 37a D-12105 Berlin Deutschland
III-3-6	Staatsangehörigkeit (Staat)	DE
III-3-7	Sitz/Wohnsitz (Staat)	DE
III-4	Anmelder und/oder Erfinder	
III-4-1	Diese Person ist	Anmelder und Erfinder
III-4-2	Anmelder für	Nur US
III-4-4	Name (FAMILIENNAME, Vorname)	SCHULZ, Ron
III-4-5	Anschrift:	Wilseder Straße 10 D-12169 Berlin Deutschland
III-4-6	Staatsangehörigkeit (Staat)	DE
III-4-7	Sitz/Wohnsitz (Staat)	DE
IV-1	Anwalt oder gemeinsamer Vertreter; oder besondere Zustellanschrift. Die unten bezeichnete Person ist/wird hiermit bestellt, um den (die) Anmelder vor den internationalen Behörden zu vertreten, und zwar als:	Anwalt
IV-1-1	Name (FAMILIENNAME, Vorname)	MÜLLER, Wolfram (Patentanwalt)
IV-1-2	Anschrift:	c/o Patentanwälte Maikowski & Ninnemann Kurfürstendamm 54-55 D-10707 Berlin Deutschland
IV-1-3	Telefonnr.	+4930/882 68 63
IV-1-4	Telefaxnr.	+4930/882 58 23

CJ
RO/DE

PCT-ANTRAG

Original (für EINREICHUNG) - gedruckt am 02.07.2001 12:09:32 PM


IT 280 WO

V	Bestimmung von Staaten	
V-1	Regionales Patent (andere Schutzrechtsarten oder Verfahren sind ggf. in Klammern nach der (den) betreffenden Bestimmung(en) angegeben)	<p>AP: GH GM KE LS MW MZ SD SL SZ TZ UG ZW und jeder weitere Staat, der Mitgliedstaat des Harare-Protokolls und Vertragsstaat des PCT ist</p> <p>EA: AM AZ BY KG KZ MD RU TJ TM und jeder weitere Staat, der Mitgliedsstaat des Eurasischen Patentübereinkommens und Vertragsstaat des PCT ist</p> <p>EP: AT BE CH&LI CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE TR und jeder weitere Staat, der Mitgliedsstaat des Europäischen Patentübereinkommens und Vertragsstaat des PCT ist</p> <p>OA: BF BJ CF CG CI CM GA GN GW ML MR NE SN TD TG und jeder weitere Staat, der Mitgliedstaat der OAPI und Vertragsstaat des PCT ist</p>
V-2	Nationales Patent (andere Schutzrechtsarten oder Verfahren sind ggf. in Klammern nach der (den) betreffenden Bestimmung(en) angegeben)	<p>AE AG AL AM AT AU AZ BA BB BG BR BY BZ CA CH&LI CN CR CU CZ DE DK DM DZ EE ES FI GB GD GE GH GM HR HU ID IL IN IS JP KE KG KP KR KZ LC LK LR LS LT LU LV MA MD MG MK MN MW MX MZ NO NZ PL PT RO RU SD SE SG SI SK SL TJ TM TR TT TZ UA UG US UZ VN YU ZA ZW</p>
V-5	Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen Zusätzlich zu den unter Punkten V-1, V-2 and V-3 vorgenommenen Bestimmungen nimmt der Anmelder nach Regel 4.9 Absatz b auch alle anderen nach dem PCT zulässigen Bestimmungen vor mit Ausnahme der nachstehend unter Punkt V-6 angegebenen Staaten. Der Anmelder erklärt, daß diese zusätzlichen Bestimmungen unter dem Vorbehalt einer Bestätigung stehen und jede zusätzliche Bestimmung, die vor Ablauf von 15 Monaten ab dem Prioritätsdatum nicht bestätigt wurde, nach Ablauf dieser Frist als vom Anmelder zurückgenommen gilt.	
V-6	Staaten, die von der Erklärung über vorsorgliche Bestimmungen ausgenommen werden	KEINE
VI	Prioritätsanspruch	KEINE
VII-1	Gewählte Internationale Recherchenbehörde	Europäisches Patentamt (EPA) (ISA/EP)

PCT-ANTRAG

IT 280 WO

Original (für EINREICHUNG) - gedruckt am 02.07.2001 12:09:32 PM

VIII	Kontrollliste	Anzahl der Blätter	Elektronische Datei(en) beigelegt
VIII-1	Antrag	4	-
VIII-2	Beschreibung	12	-
VIII-3	Ansprüche	5	-
VIII-4	Zusammenfassung	1	EZABST00.TXT
VIII-5	Zeichnung(en)	4	-
VIII-7	INSGESAMT	26	
	Beigelegte Unterlagen	Unterlage(n) in Papierform beigelegt	Elektronische Datei(en) beigelegt
VIII-8	Blatt für die Gebührenberechnung	✓	-
VIII-16	PCT-EASY-Diskette	-	Diskette
VIII-18	Nr. der Abb. der Zeichn., die mit der Zusammenf. veröffentlicht werden soll	1	
VIII-19	Sprache der int. Anmeldung	Deutsch	
IX-1	Unterschrift des Anmelders oder Anwalts		
IX-1-1	Name (FAMILIENNAME, Vorname)	MÜLLER, Wolfram (Patentanwalt)	

VOM ANMELDEAMT AUSZUFÜLLEN

10-1	Datum des tatsächlichen Eingangs dieser internationalen Anmeldung	0 2. Juli 2001 (0 2. 07. 01)
10-2	Zeichnung(en):	
10-2-1	Eingegangen	
10-2-2	Nicht eingegangen	
10-3	Geändertes Eingangsdatum aufgrund nachträglich, jedoch fristgerecht eingeg. Unterlage(n) oder Zeichnung(en) zur Vervollständigung dieser int. Anmeldung	
10-4	Datum des fristgerechten Eingangs der Berichtigung nach PCT Artikel 11(2)	
10-5	Internationale Recherchenbehörde	ISA/EP
10-6	Übermittlung des Recherchenexemplars bis zur Zahlung der Recherchegebühr aufgeschoben	

VOM INTERNATIONALEN BÜRO AUSZUFÜLLEN

11-1	Datum des Eingangs des Aktenexemplars beim Internationalen Büro	
------	---	--

**PCT (ANHANG - BLATT FÜR DIE
GEBÜHRENBERECHNUNG)**

IT 280 WO

Original (für EINREICHUNG) - gedruckt am 02.07.2001 12:09:32 PM

(Dieses Blatt zählt nicht als Blatt der internationalen Anmeldung und ist nicht Teil derselben)

0	Vom Anmeldeamt auszufüllen		
0-1	Internationales Aktenzeichen.	PCT/DE 0 1 / 0 2 4 4 6	
0-2	Eingangsstempel des Anmeldeamts	02. Juli 2001	
0-4	Formular - PCT/RO/101 (Anlage) PCT Blatt für die Gebührenberechnung		
0-4-1	erstellt durch Benutzung von	PCT-EASY Version 2.91 (aktualisiert 01.01.2001)	
0-9	Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts	IT 280 WO	
2	Anmelder	INFINEON TECHNOLOGIES AG, et al.	
12	Berechnung der vorgeschriebenen Gebühren	Höhe der Gebühr/Multiplikator	Gesamtbeträge (DEM)
12-1	Übermittlungsgebühr T	⇒	175
12-2	Recherchegebühr S	⇒	1.848.26
12-3	Internationale Gebühr Grundgebühr (erste 30 Blätter) b1	799.93	
12-4	Anzahl der Blätter über 30	0	
12-5	Zusatzblattgebühr (X)	17.6	
12-6	Gesamtbetrag der weiteren Gebühren b2	0	
12-7	b1 + b2 = B	799.93	
12-8	Bestimmungsgebühren Anzahl der in der internationalen Anmeldung vorgenommenen Bestimmungen	87	
12-9	Number of designation fees payable (maximum 6)	6	
12-10	Bestimmungsgebühr (X)	172.11	
12-11	Gesamtbetrag der Bestimmungsgebühren D	0	
12-12	PCT-EASY-Gebührenermäßigu ng R	-246.43	
12-13	Gesamtbetrag der internationalen Gebühr (B+D-R) I	⇒	553.5
12-17	Gesamtbetrag der zu zahlenden Gebühren (T+S+I+P)	⇒	2.576.76
12-18	Bestimmungsgebühren werden später bezahlt	✓	
12-19	Zahlungsart	Scheck	

PRÜFPROTOKOLL UND BEMERKUNGEN

13-2-1	Prüfergebnisse Antrag	Grün? Die Bezeichnung der Erfindung muß kurz und genau gefaßt sein. Bitte überprüfen.
--------	--------------------------	---

PCT (ANHANG - BLATT FÜR DIE
GEBÜHRENBERECHNUNG)

IT 280 WO

Original (für EINREICHUNG) - gedruckt am 02.07.2001 12:09:32 PM

13-2-3	Prüfergebnisse Namen	Grün? Anmelder 1.: Telefonnr. nicht angegeben
		Grün? Anmelder 1.:Telefaxnr. nicht angegeben
		Grün? Anwalt 1.: Wenn mehrere Vornamen angegeben werden, sollten sie voneinander durch ein Komma getrennt werden
13-2-4	Prüfergebnisse Priorität	Grün? Es wurde keine Priorität einer früheren Anmeldung beansprucht. Bitte überprüfen.
13-2-6	Prüfergebnisse Inhalt	Gelb! Die Vollmacht oder eine Kopie der allgemeinen Vollmacht muß beigefügt werden, es sei denn, alle Anmelder unterzeichnen den Antrag
13-2-7	Prüfergebnisse Gebühren	Grün? Bitte bestätigen, daß das Gebührenverzeichnis in der zur Zeit geltenden Fassung benutzt wurde
		Grün? Bestimmungsgebühren nicht bezahlt: siehe unter "Hilfe" für Zahlungsfristen

Beschreibung

Bezeichnung der Erfindung: Vorrichtung und Verfahren zum
Multiplexen und/oder Demultiplexen optischer Signale einer
5 Mehrzahl von Wellenlängen.

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum
Multiplexen und/oder Demultiplexen optischer Signale einer
Mehrzahl von Wellenlängen nach dem Oberbegriff der Ansprüche
10 1 und 20.

Es ist in der optischen Nachrichtentechnik bekannt, zur Über-
tragung einer möglichst großen Datenmenge über einen Licht-
wellenleiter die zu übertragenden Daten zu multiplexen. Eine
15 Möglichkeit hierzu besteht darin, mit mehreren Wellenlängen
unabhängig und gleichzeitig über einen Wellenleiter
Informationen zu übertragen. Dabei ist es notwendig, auf der
Sendeseite die Signale der verschiedenen Lichtquellen durch
einen optischen Multiplexer in einen Lichtwellenleiter zu
20 vereinigen und auf der Empfängerseite die Signale
verschiedener Wellenlängen aus dem ankommenden Wellenleiter
durch einen optischen Demultiplexer in einzelne Kanäle zur
getrennten Detektion aufzuteilen.

25 Zur Realisierung eines Multiplexing oder Demultiplexing ist
es aus der EP-A-0 877 264 bekannt, die einzelnen Wellenlängen
durch Interferenzfilter zu separieren. Durch eine hohe Anzahl
von Interferenzschichten erzeugen die Interferenzfilter sehr
steile spektrale Flanken zwischen Transmission und Reflektion
30 verschiedener Wellenlängen. Nur eine bestimmte Wellenlänge
wird dabei durch die Interferenzfilter durchgelassen, während
die anderen Wellenlängen reflektiert werden. Durch eine Kas-
kadierung von solchen Filtern mit individuell unterschiedli-
chen spektralen Transmissionslagen kann eine Selektion bzw.
35 Vereinigung einer Vielzahl von Wellenlängenkanälen erfolgen.
Die Verwendung von Interferenzfiltern ist insbesondere bei
größeren Wellenlängenabständen von 10 nm und mehr zwischen

den einzelnen Kanälen äußerst effektiv.

Eine Kaskadierung mehrerer unterschiedlicher Filter kann in einem parallelen optischen Strahlengang erfolgen.

Voraussetzung hierfür ist eine Strahlformung durch Linsen

5 oder Spiegel. Für den Fall, daß das Licht in

Lichtwellenleitern geführt wird, sind Anordnungen bekannt, bei denen Licht eines Wellenleiters unter einem Winkel an einer Spiegelfläche reflektiert und nach der Reflektion in einem weiteren Wellenleiter weitergeführt wird, wobei der

10 Spiegel wellenlängenselektiv ausgelegt ist. Durch Zickzackführung der Wellenleiter zwischen mehreren wellenlängenselektiven Spiegeln erfolgt dabei eine Kaskadierung.

15 Nachteilig müssen die bei einer Kaskadierung von Filtern verwendeten Filter sehr genau ausgelegt und aufeinander abgestimmt sein. Dies ist aufwendig und mit hohen Kosten verbunden.

20 Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Multiplexen und/oder Demultiplexen optischer Signale zur Verfügung zu stellen, die kostengünstig herstellbar bzw. einsetzbar sind und insbesondere den Einsatz wellenlängenselektiver Filter
25 vereinfachen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruch 20 gelöst. Bevorzugte und vorteilhafte
30 Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Danach ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß zur Vereinigung oder Separierung der einzelnen Wellenlängen der optischen
35 Signale nur ein wellenlängenselektives Filter verwendet und die optischen Signale dabei derart geführt werden, daß sie mehrfach unter jeweils verschiedenen Winkeln auf das

wellenlängenselektive Filter treffen, wobei für jeden Winkel optische Signale nur einer bestimmten Wellenlänge ein- oder ausgekoppelt werden.

- 5 Die Erfindung beruht somit auf dem Gedanken, die Separierung der Wellenlängen nicht durch mehrere unterschiedliche Filter vorzunehmen, sondern durch ein einziges Filter, welches in verschiedenen Winkeln be- bzw. durchstrahlt wird. Das wellenlängenselektive Filter weist dabei für jeden
- 10 Bestrahlungswinkel eine andere Filtercharakteristik auf: ein bestimmter Winkel korrespondiert mit einer bestimmten Wellenlänge, die durch das wellenlängenselektive Filter separiert wird, so daß durch die Wahl der Winkel die Wellenlängenbereiche der einzelnen optischen Kanäle
- 15 festgelegt werden können.

Die Erfindung weist den großen Vorteil auf, daß nur ein Filter für sämtliche optischen Kanäle bzw. Wellenlängen benötigt wird. Dies ist mit erheblichen Kosteneinsparungen

20 verbunden.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird das Licht der Mehrzahl von Wellenlängen derart zwischen dem wellenlängenselektiven Filter und mindestens einer

25 reflektierenden Oberfläche der Vorrichtung hin- und herreflektiert, daß die Lichtstrahlen nach jeder Reflektion unter einem anderen Winkel auf das Filter treffen, wobei für jeden Winkel eine bestimmte Wellenlänge ausgekoppelt wird. Dabei kann sowohl vorgesehen sein, daß nur eine Wellenlänge

30 von dem wellenlängenselektiven Filter durchgelassen wird, als auch daß nur eine bestimmte Wellenlänge von dem wellenlängenselektiven Filter reflektiert wird.

Es wird darauf hingewiesen, daß genaugenommen nicht nur eine

35 bestimmte Wellenlänge für einen bestimmten Winkel ausgekoppelt wird, sondern ein schmalbandiger

Wellenlängenbereich mit einer Bandbreite von beispielsweise 5 bis 10 nm.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind in
5 der Vorrichtung mehrere reflektierende Oberflächen
vorgesehen, die winkelig gegenüber dem Filter angeordnet
sind. Die einzelnen Oberflächen können dabei je nach dem
gewünschten Winkel, mit dem das Licht auf das
wellenlängenselektive Filter auftreffen soll, unter dem
10 gleichen oder unter einem unterschiedlichen Winkel gegenüber
dem wellenlängenselektiven Filter geneigt sein. Auch kann
vorgesehen sein, daß die reflektierenden Oberflächen jeweils
einen anderen Abstand zu dem wellenlängenselektiven Filter
aufweisen. Dies ermöglicht, den Abstand der Auftreffpunkte
15 des Lichts auf den Filter in gewünschter Weise, insbesondere
äquidistant einzustellen.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist
vorgesehen, daß das in einem Wellenleiter geführte Licht
20 mehrerer Wellenlängen aus dem Wellenleiter austritt und frei
strahlend durch ein optisches Abbildungssystem, insbesondere
eine Linse, zu einem im wesentlichen parallelen Lichtbündel
geformt wird, das den Filter mehrmals jeweils unter einem
anderen Winkel durchstrahlt. Die dabei ausgekoppelten
25 Lichtstrahlen jeweils einer bestimmten Wellenlänge werden
über weitere optische Abbildungssysteme auf einen opto-
elektronischen Wandler, insbesondere einen Detektor
abgebildet. Bevorzugt sind die optischen Abbildungssysteme
dabei in einem mehrkanaligen Schnittstellenkörper integriert,
30 der eine kompakte und einfach handhabbare Einheit darstellt.

Das wellenlängenselektive Filter ist bei dieser
Ausführungsform beispielsweise auf der Oberfläche eines
monolithischen Multiplexkörpers ausgebildet, wobei die
35 reflektierenden Oberflächen an einer gegenüberliegenden,
gegenüber dem Filter schräg verlaufenden Oberfläche des

Multiplexkörper ausgebildet sind. Hierdurch wird eine kompakte Anordnung bereitgestellt.

Alternativ ist vorgesehen, daß das wellenlängenselektive
5 Filter nicht unmittelbar auf der Oberfläche eines
Multiplexkörpers ausgebildet ist, sondern auf einem separaten
Trägerkörper, beispielsweise einem Glassubstrat, das dann mit
dem Multiplexkörper verbunden wird. Dies weist den Vorteil
auf, daß das wellenlängenselektive Filter gesondert gefertigt
10 und vorgeprüft werden kann.

In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung wird das
Licht mehrerer Wellenlängen in einem Lichtwellenleiter
geführt, der unter unterschiedlichen Winkeln mehrfach an das
15 wellenlängenselektive Filter herangeführt wird. Das Licht
wird dabei an dem wellenlängenselektiven Filter
wellenlängenselektiv reflektiert und in dem Lichtwellenleiter
weitergeführt. Durch entsprechendes gekrümmtes Führen des
Lichtwellenleiters und/oder einer Reflektion an einer
20 Spiegelfläche wird das Licht in dem Wellenleiter erneut,
diesmal unter einem anderen Winkel an das
wellenlängenselektive Filter herangeführt.

Der Wellenleiter ist dabei bevorzugt integriert optisch in
25 einem Substrat, insbesondere einem integriert optischen Chip
ausgebildet. Eine oder mehrere Spiegelflächen werden dabei
bevorzugt durch eine verspiegelte Oberfläche des Substrats
bereitgestellt. Der Lichtwellenleiter kann in dem Substrat
gekrümmt oder auch zickzackförmig verlaufen. Eine
30 Einkoppelung von Licht in den Wellenleiter erfolgt bevorzugt
direkt an der Substratkante, ohne die Verwendung einer
zusätzlichen Optik. Ebenso wird das in einzelne Wellenlängen
separierte Licht bevorzugt durch opto-elektronische Wandler
selektiert, die unmittelbar und ohne eine zusätzliche Optik
35 an das Substrat angekoppelt sind. Es ist jedoch ebenso
möglich, die opto-elektronischen Wandler in einem Träger
anzuordnen, der dann an der Substratkante montiert wird. Auch

kann zur Einkopplung von Licht ein gesonderten Schnittstellenkörper vorgesehen sein.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren der Zeichnung anhand mehrerer Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Multiplexen und/oder Demultiplexen optischer Signale, wobei die Signale in einem parallelen Lichtbündel mehrfach einen Interferenzfilter durchstrahlen;

Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Multiplexen und/oder Demultiplexen optischer Signale, wobei das Licht in einem gekrümmt verlaufenden Lichtwellenleiter geführt wird;

Fig. 3 ein drittes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Multiplexen und/oder Demultiplexen optischer Signale, wobei das Licht in einem zickzackförmig verlaufenden Lichtwellenleiter geführt wird.

Gemäß Fig. 1 wird Licht einer Vielzahl von Wellenlängen λ_1 , ... λ_4 in einer Glasfaser 1 geführt. Jede Wellenlänge stellt dabei einen optischen Datenkanal zur Übertragung von Daten zur Verfügung. Mittels eines Demultiplexers 2, der bei umgekehrter Strahlführung auch als Multiplexer verwendet werden kann, werden die einzelnen Wellenlängen λ_1 , ... λ_4 separiert, so daß sie getrennt detektiert werden können.

Der Demultiplexer 2 weist ein erstes optisches Abbildungssystem 21, zweite optische Abbildungssysteme 22, einen Interferenzfilter 23 und mehrere gegenüber dem Interferenzfilter 23 schräg verlaufende Spiegelflächen 24a, 24b, 24c auf.

Das erste optische Abbildungssystem, bei dem es sich im dargestellten Ausführungsbeispiel um eine Sammellinse 21 handelt, formt die aus der Glasfaser 1 austretenden Lichtstrahlen der mehreren Wellenlängen zu einem nahezu parallelen Lichtbündel, das unter einem ersten Winkel α auf das Interferenzfilter 23 fällt.

Das Interferenzfilter 23 besteht aus einer Vielzahl von jeweils $\lambda/4$ und $\lambda/2$ dicken Schichten unterschiedlicher Brechzahl. Beispielsweise bestehen die Schichten abwechselnd aus SO_2 und TiO_2 oder aus ZrO_2 und MgF_2 . Derartige Interferenzfilter sind an sich bekannt.

Das parallele Lichtbündel fällt unter einem Winkel α auf das Interferenzfilter 23, bei dem genau eine Wellenlänge λ_1 durch das Interferenzfilter durchgelassen wird, während die anderen Wellenlängen λ_2 , λ_3 , λ_4 reflektiert werden. Das Licht der Wellenlänge λ_1 tritt dabei im wesentlichen ohne Ablenkung durch das Interferenzfilter 23 hindurch.

Der Winkel α , unter dem die Wellenlänge λ_1 ausgekoppelt wird, hängt dabei von dem verwendeten Interferenzfilter, von der ausgekoppelten Wellenlänge und von der gewünschten Bandbreite des Filters bei der betrachteten Wellenlänge ab. Dabei wird die größte, vom Filter separierbare Wellenlänge bei dem kleinsten Einfallswinkel (0°) und werden kleinere Wellenlängen unter einem zunehmend größeren Winkel ausgekoppelt (vgl. auch Fig. 4).

Das von dem Interferenzfilter 23 durchgelassene Licht der Wellenlänge λ_1 wird durch das zweite optische Abbildungssystem 22, bei dem es sich wiederum um eine Linse handelt, auf einen nicht dargestellten Detektor abgebildet oder alternativ in einen Wellenleiter eingekoppelt. Dabei kann abweichend von der Darstellung in Fig. 1 auch vorgesehen sein, daß die Linse 22 das transmittierte Licht in geeigneter

Weise ablenkt und dabei auf einen Detektor abbildet bzw. in einen Wellenleiter einkoppelt.

Das von dem Interferenzfilter 23 reflektierte Licht der Wellenlängen λ_2 , λ_3 , λ_4 wird an einer Spiegelfläche 24a des Multiplexers 2 erneut reflektiert, wobei die Spiegelfläche 24a winkelig gegenüber dem Interferenzfilter 23 angeordnet ist. Dies führt dazu, daß das an der Spiegelfläche 24a reflektierte Licht nun unter einem anderen Winkel β auf das Interferenzfilter 23 fällt. Für den anderen Einfallswinkel β weist das Interferenzfilter 23 eine andere Wellenlängenselektivität auf, so daß nun die Wellenlänge λ_2 ausgekoppelt und über eine Linse 22 auf einen nicht dargestellten Detektor abgebildet wird.

Das reflektierte Licht der Wellenlängen λ_3 , λ_4 wird wiederum an einer schräg angeordneten Spiegelfläche 24b reflektiert und unter einem dritten Winkel γ auf das Interferenzfilter 23 geführt. Hier wird nun die Wellenlänge λ_3 ausgekoppelt. Die verbleibende Wellenlänge λ_4 wird an einer erneut schräg angeordneten Spiegelfläche 24c des Multiplexers 2 reflektiert und fällt dann senkrecht auf den Interferenzfilter 23, der bei diesem Winkel für die noch verbleibende Wellenlänge λ_4 durchlässig ist.

Das gleiche Prinzip ist selbstverständlich auch bei einer anderen Zahl von zu separierenden Wellenlängen einsetzbar. Auf die beschriebene Weise erfolgt mit nur einem Filter eine Separation der Wellenlängen λ_1 , ..., λ_4 , wobei jede zu separierende Wellenlänge unter einem unterschiedlichen Winkel auf den Interferenzfilter 23 trifft.

Der Demultiplexer 2 besteht bevorzugt aus einem monolitischen Multiplexkörper, an dessen einer Oberfläche der Interferenzfilter 23 ausgebildet ist und an dessen gegenüberliegender Oberfläche die winkelig und als Stufen ausgebildeten Spiegelflächen 24a, 24b, 24c ausgebildet sind.

Die zweiten optischen Abbildungssysteme bzw. Linsen 22 sind bevorzugt in einen Schnittstellenkörper 3 integriert, der auf den Interferenzfilter 23 aufgesetzt wird.

5 Zwecks einer einfacheren Herstellung des Multiplexkörpers kann dieser auch aus zwei Teilbereichen 2a, 2b bestehen, wobei auf dem einen Teilbereich 2a der Interferenzfilter angebracht wird und an dem anderen Teilbereich 2b die reflektierenden, schräg angeordneten Spiegelflächen 24a, 24b, 10 24c sowie das erste optische Abbildungssystem 21 ausgebildet werden. Der Teilbereich 2a mit dem Interferenzfilter stellt dabei einen separaten Trägerkörper für den Interferenzfilter bereit. Die beiden Teilkörper 2a, 2b werden entlang einer parallelen Grenzfläche direkt aneinandergesetzt.

15

Fig. 2 zeigt in Draufsicht ein alternatives Ausführungsbeispiel eines Demultiplexers 4, bei dem das Licht mehrerer Wellenlängen λ_1 , λ_2 , λ_3 , λ_4 in einem Wellenleiter 5 20 geführt wird. Der Wellenleiter 5 ist dabei integriert optisch in einem Substrat 6 ausgebildet. An der oberen Kante 62 des Substrats 6 ist (senkrecht zur Zeichenebene) ein Interferenzfilter 43 angeordnet, das an einem an dem Substrat 6 befestigten Träger 8 ausgebildet ist. Die untere Substratkante 61 ist metallisiert, so daß sie als Spiegel 25 wirkt. Alternativ kann das Interferenzfilter 43 auch an der Substratkante 61 ausgebildet sein, ohne daß ein Träger 8 verwendet wird.

30

Licht der verschiedenen Wellenlängen λ_1 , ..., λ_4 wird an der Substratkante direkt in den Wellenleiter 5 eingekoppelt und in diesem unter einem ersten Winkel α auf den wellenlängenselektiven Filter 43 geführt. Wie in Bezug auf Fig. 1 erläutert, wird dabei eine Wellenlänge λ_1 ausgekoppelt, während die weiteren Wellenlängen reflektiert 35 und in dem von dem Filter 43 winklig wieder weggeführten Wellenleiter 5 zur unteren, verspiegelten Substratkante 61 geführt, dort reflektiert und von dem gekrümmten Wellenleiter

5 unter einem zweiten Winkel β wieder auf das Interferenzfilter 43 geführt werden. Es erfolgt nun eine Auskoppelung der Wellenlänge λ_2 . Nach weiteren Reflektionen an der metallisierten Substratkante 61 wird das Licht in den Wellenleiter 5 unter einem Winkel γ und schließlich senkrecht auf den Interferenzfilter 43 gelenkt, wobei die noch verbleibenden Wellenlängen λ_3 , λ_4 ausgekoppelt werden.

Die jeweils ausgekoppelten Wellenlängen werden wiederum durch einen opto-elektronischen Wandler, insbesondere eine Fotodiode 7 detektiert, die lediglich schematisch dargestellt ist. Die Fotodioden 7 sind direkt und ohne zusätzliche Optik an den integriert optischen Chip 6 bzw. den Träger 8 angekoppelt. Alternativ ist ein Trägerkörper für die Fotodioden 7 vorgesehen, der mit dem Träger 8 verbunden ist.

Das Ausführungsbeispiel der Fig. 3 betrifft ebenso wie die Fig. 2 einen 4-Kanal-Demultiplexer, bei dem das Licht in einem Wellenleiter 5' geführt wird. Anders als in der Fig. 2 verläuft der Wellenleiter 5' dabei zickzackförmig und auf den jeweiligen Teilstrecken geradlinig in dem Substrat 6'. Der Funktionsmechanismus bei der Auskoppelung der Wellenlängen λ_1 , λ_2 , λ_3 , λ_4 ist der gleiche wie in Bezug auf die Fig. 1 und 2 beschrieben. Aufgrund der Zickzackführung des Lichtwellenleiters 5' in dem Substrat 6' ist jedoch nicht nur eine metallisierte Spiegelfläche wie bei der Fig. 2 vorgesehen, sondern mehrere metallisierte Spiegelflächen 41a', 41b', 41c', die jeweils winkelig, d.h. nicht parallel gegenüber dem Interferenzfilter 43' angeordnet sind. Das Substrat 6' ist dazu mit entsprechenden schräg verlaufenden Kanten versehen, an denen die Spiegelflächen 41a', 41b', 41c' realisiert sind.

Opto-elektronische Wandler zur Detektion der separierten Wellenlängen werden wiederum direkt und ohne zusätzliche Optik an das Substrat bzw. den integriert- optischen Chip angekoppelt oder alternativ in einem Trägerkörper für die

Wandler bereitgestellt. Ebenso kann das Licht jeweils in einen Lichtwellenleiter eingekoppelt werden, wobei jeder Lichtwellenleiter eine separierte Wellenlänge überträgt.

- 5 Es wird darauf hingewiesen, daß in Figur 3 ebenso wie in Figur 1 die schräg verlaufenden Kanten mit den Spiegelflächen 41a', 41b', 41c' jeweils in einem unterschiedlichen Abstand zu dem Interferenzfilter 43' angeordnet sind. Dies ermöglicht, den Abstand zwischen den Auftrittspunkten des
- 10 Lichts auf das Interferenzfilter auf einen gewünschten Wert, insbesondere äquidistant einzustellen. So ist in den Figuren 1 und 3 der Abstand zwischen den ersten drei Auftrittspunkten und dementsprechend auch der Abstand der zugeordneten optischen Abbildungssysteme 22 und Wandler äquidistant.
- 15 Sofern in den Figuren 1 und 3 die Kante mit der Spiegelfläche 24c, 41c' einen größeren Abstand vom Interferenzfilter 23, 43' aufweisen würde, wäre auch der letzte Auftrittspunkt äquidistant.
- 20 Dabei ist zu beachten, daß der erforderliche Auftrittswinkel durch die zu separierende Wellenlänge festgelegt ist. Über eine geeignete Einstellung des Abstands der einzelnen Kanten bzw. Spiegelflächen kann trotzdem eine äquidistante Anordnung der Abbildungssysteme und Wandler bereitgestellt werden, was
- 25 den Vorteil einer einfacheren Bereitstellung dieser Systeme und Komponenten in einem Trägerkörper aufweist.

- Fig. 4 zeigt schematisch die winkelabhängige Transmission eines wellenlängenselektiven Filters. Die Transmission ist
- 30 dabei sowohl für eine p-Polarisation als auch für eine s-Polarisation des Lichtes dargestellt. Es ist gut erkennbar, daß für verschiedene Winkel, unter denen Licht auf ein Interferenzfilter fällt, der Interferenzfilter für unterschiedliche Wellenlängen durchlässig ist. Bei Kenntnis
- 35 der winkelabhängigen Transmission wird das Licht der zu separierenden Wellenlänge unter dem jeweils erforderlichen Winkel auf das Interferenzfilter gerichtet.

Es wird darauf hingewiesen, daß die Winkelabhängigkeit der Transmission eines Interferenzfilter eine inhärente Eigenschaft eines Interferenzfilters ist und es keiner
5 zusätzlichen Maßnahmen bedarf, um eine solche Winkelabhängigkeit bereitzustellen.

Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf die vorstehend dargestellten Ausführungsbeispiele.

10 Beispielsweise ist es ebenfalls möglich, daß das Interferenzfilter derart ausgelegt ist, daß nur eine bestimmte Wellenlänge reflektiert und die übrigen Wellenlängen transmittiert werden. Bei Spiegelung der transmittierten Wellenlängen und Rückführung auf den
15 Interferenzfilter unter einem unterschiedlichen Winkel ergibt sich dabei die gleiche Funktionsweise wie bei den Fig. 1 - 3.

Wesentlich für die Erfindung ist allein, daß die optischen Signale im dem Multiplexer/Demultiplexer derart geführt
20 werden, daß sie mehrfach unter verschiedenen Winkeln auf einen wellenlängenselektiven Filter treffen, wobei für jeden Winkel eine bestimmte Wellenlänge ausgekoppelt wird.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Multiplexen und/oder Demultiplexen
optischer Signale einer Mehrzahl von Wellenlängen, wobei
5 die optischen Signale der verschiedenen Wellenlängen
vereinigt oder wellenlängenselektiv separiert werden,

dadurch gekennzeichnet,

- 10 daß zur Vereinigung oder Separierung der einzelnen
Wellenlängen ($\lambda_1, \dots, \lambda_4$) genau ein
wellenlängenselektives Filter (23, 43, 43') verwendet
wird und die optischen Signale derart in der Vorrichtung
(2, 4, 4') geführt werden, daß sie mehrfach unter
15 jeweils verschiedenen Winkeln ($\alpha, \beta, \gamma, \delta$) auf das
wellenlängenselektive Filter (23, 43, 43') treffen,
wobei für jeden Winkel ($\alpha, \beta, \gamma, \delta$) optische Signale nur
einer bestimmten Wellenlänge ($\lambda_1, \dots, \lambda_4$) ein- oder
ausgekoppelt werden.

20

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, daß das Licht der Mehrzahl von
Wellenlängen ($\lambda_1, \dots, \lambda_4$) derart zwischen dem
wellenlängenselektiven Filter (23, 43, 43') und
mindestens einer reflektierenden Oberfläche (24a, 24b,
24c; 61; 41a', 41b', 41c') der Vorrichtung hin- und
herreflektiert wird, daß das Licht nach jeder Reflektion
unter einem anderen Winkel auf das wellenselektive
Filter (23, 43, 43') trifft.

30

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch
gekennzeichnet, daß mehrere reflektierende
Oberflächen (24a, 24b, 24c; 41a', 41b', 41c') vorgesehen
sind, die gegenüber dem wellenlängenselektiven Filter
35 (23, 43, 43') winklig angeordnet sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die reflektierenden Oberflächen (24a, 24b, 24c; 61; 41a', 41b', 41c') jeweils unter einem anderen Winkel gegenüber dem wellenlängenselektiven Filter (23, 43, 43') geneigt sind.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die reflektierenden Oberflächen (24a, 24b, 24c; 41a', 41b', 41c') jeweils einen anderen Abstand zu dem wellenlängenselektiven Filter (23, 43, 43') aufweisen.
6. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 - 5, dadurch gekennzeichnet, daß das aus einem Wellenleiter (1) austretende Licht mehrerer Wellenlängen durch ein optisches Abbildungssystem (21) zu einem im wesentlichen parallelen Lichtbündel geformt wird, das den wellenlängenselektiven Filter (23) mehrmals jeweils unter einem anderen Winkel durchstrahlt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die ausgekoppelten Lichtstrahlen über weitere optische Abbildungssysteme (22) jeweils auf einen zugeordneten Detektor abgebildet werden.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die mehreren optischen Abbildungssysteme (22) in einen mehrkanaligen Schnittstellenkörper (3) integriert sind.
9. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 6 - 8, dadurch gekennzeichnet, daß das wellenlängenselektive Filter (23) auf einer Oberfläche eines Multiplexkörpers (2a, 2b) angeordnet ist und der Multiplexkörper mindestens eine weitere, Oberfläche

aufweist, die mehrere schräg angeordnete reflektierende Oberflächen (24a, 24b, 24c) ausbildet.

- 5 10. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 - 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Licht der Mehrzahl von Wellenlängen ($\lambda_1, \dots, \lambda_4$) in einem Lichtwellenleiter (5, 5') geführt wird, der unter unterschiedlichen Winkeln ($\alpha, \beta, \gamma, \delta$) mehrfach an das wellenlängenselektive Filter (43, 43') herangeführt wird.
10
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Wellenleiter (5, 5') integriert optisch in einem Substrat (6, 6'), insbesondere einem integriert optischen Chip ausgebildet ist.
15
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Wellenleiter (5, 5') zwischen dem wellenlängenselektiven Filter (43, 43') und mindestens einer Spiegelfläche (61; 41a', 41b', 41c') hin- und hergeführt wird.
20
13. Vorrichtung nach Anspruch 11 und 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiegelfläche (61) durch eine metallisierte Oberfläche des Substrats (6) gebildet wird.
25
14. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 11 - 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Wellenleiter (5) zur Realisierung unterschiedlicher Heranführwinkel an den wellenlängenselektiven Filter (43) in dem Substrat (6) gekrümmt verläuft.
30
15. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 11 - 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Wellenleiter (5') zur Realisierung unterschiedliche Heranführwinkel
35

an den wellenlängenselektiven Filter (43') in dem Substrat (6') zickzackförmig hin- und herläuft, wobei das im Wellenleiter geführte Licht mehrfach an mindestens einer winklig zum wellenlängenselektiven Filter (43') verlaufenden Schicht (41a', 41b', 41c') reflektiert wird.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine winklig zum wellenlängenselektiven Filter verlaufende Schicht (41a', 41b', 41c') an einer Oberfläche des Substrats (6') ausgebildet ist.

17. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 11 - 16, dadurch gekennzeichnet, daß Licht in den Wellenleiter (5, 5') des Substrats (6, 6') unmittelbar von der Substratkante (61) eingekoppelt wird.

18. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 11 - 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Licht der separierten, ausgekoppelten Wellenlängen jeweils durch einen opto-elektronischen Wandler (7) detektiert wird, der direkt und ohne zusätzliche Optik an das Substrat (6, 6') angekoppelt ist.

19. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das wellenlängenselektive Filter (23, 43') an einem separaten Trägerkörper (2a, 8) ausgebildet ist.

20. Verfahren zum Multiplexen und/oder Demultiplexen optischer Signale einer Mehrzahl von Wellenlängen, wobei die optischen Signale der verschiedenen Wellenlängen vereinigt oder wellenlängenselektiv separiert werden,

dadurch gekennzeichnet,

daß zur Vereinigung oder Separierung der einzelnen Wellenlängen ($\lambda_1, \dots, \lambda_4$) die optischen Signale mehrfach unter jeweils verschiedenen Winkeln ($\alpha, \beta, \gamma, \delta$) auf ein wellenlängenselektive Filter (23, 43, 43') gelenkt werden, wobei für jeden Winkel ($\alpha, \beta, \gamma, \delta$) optische Signale nur einer bestimmten Wellenlänge ($\lambda_1, \dots, \lambda_4$) ein- oder ausgekoppelt werden.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Licht der Mehrzahl von Wellenlängen ($\lambda_1, \dots, \lambda_4$) zwischen dem wellenlängenselektiven Filter (23, 43, 43') und mindestens einer reflektierenden Oberfläche (24a, 24b, 24c; 61; 41a', 41b', 41c') der Vorrichtung hin- und herreflektiert wird, wobei das Licht nach jeder Reflektion unter einem anderen Winkel auf das wellenselektive Filter (23, 43, 43') trifft.

Zusammenfassung

Bezeichnung der Erfindung: Vorrichtung und Verfahren zum
Multiplexen und/oder Demultiplexen optischer Signale einer
5 Mehrzahl von Wellenlängen.

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum
Multiplexen und/oder Demultiplexen optischer Signale einer
10 Mehrzahl von Wellenlängen, wobei die optischen Signale der
verschiedenen Wellenlängen vereinigt oder
wellenlängenselektiv separiert werden. Erfindungsgemäß wird
zur Vereinigung oder Separierung der einzelnen Wellenlängen
($\lambda_1, \dots, \lambda_4$) genau ein wellenlängenselektives Filter (23)
verwendet und werden die optischen Signale derart geführt,
15 daß sie mehrfach unter jeweils verschiedenen Winkeln ($\alpha, \beta,$
 γ, δ) auf das wellenlängenselektive Filter (23) treffen,
wobei für jeden Winkel ($\alpha, \beta, \gamma, \delta$) optische Signale nur
einer bestimmten Wellenlänge ($\lambda_1, \dots, \lambda_4$) ein- oder
ausgekoppelt werden.

20

Fig. 1

Fig.1

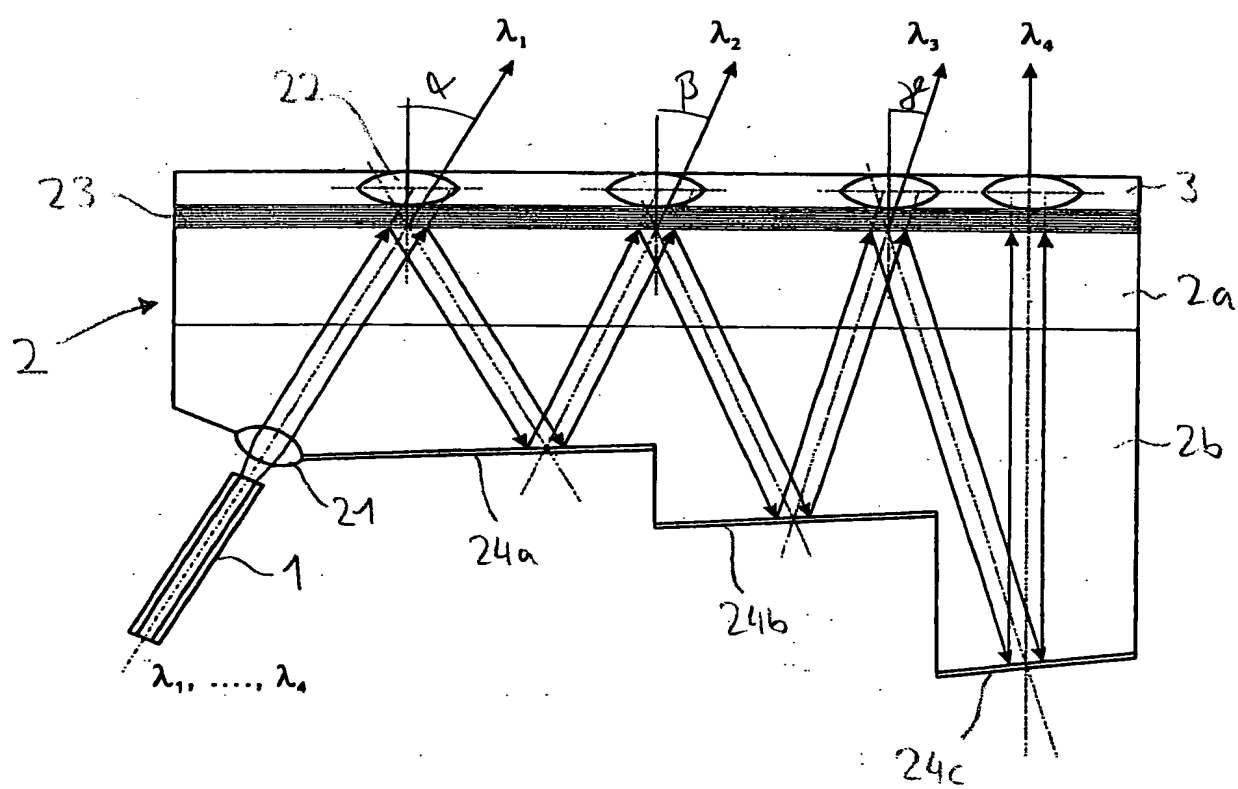


Fig. 2

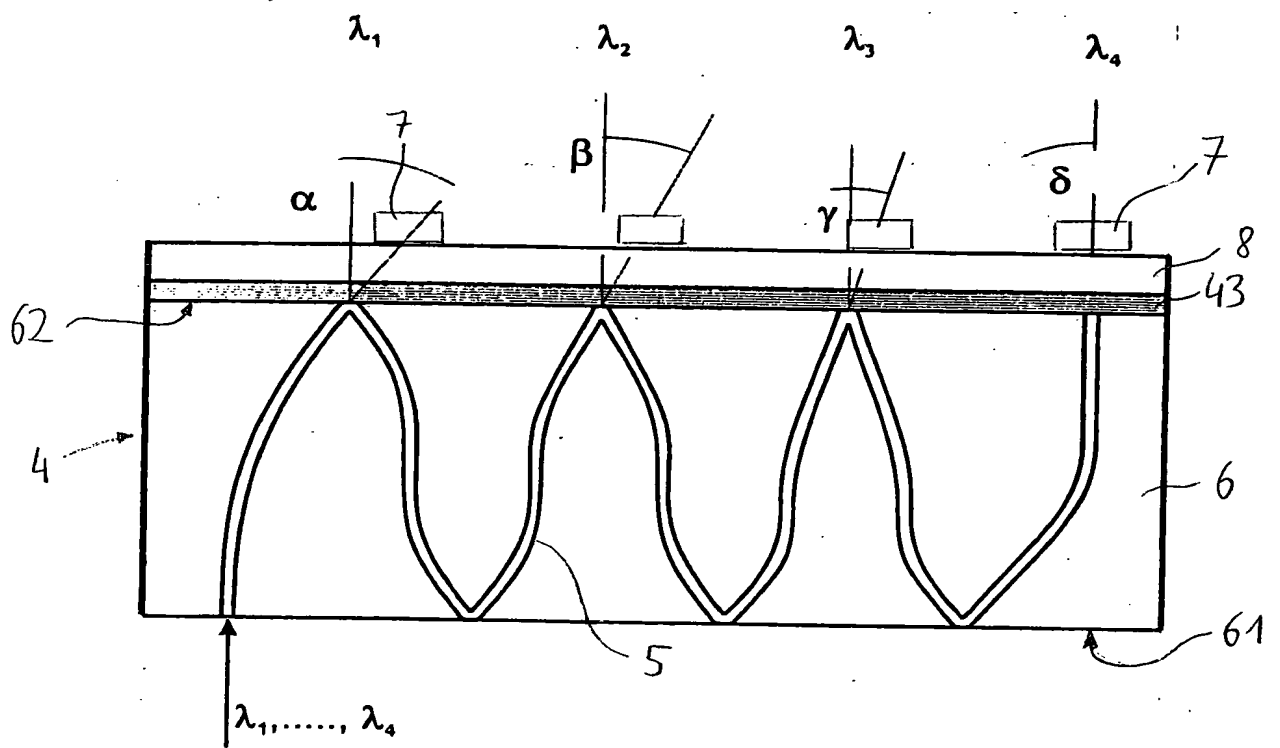


Fig.3

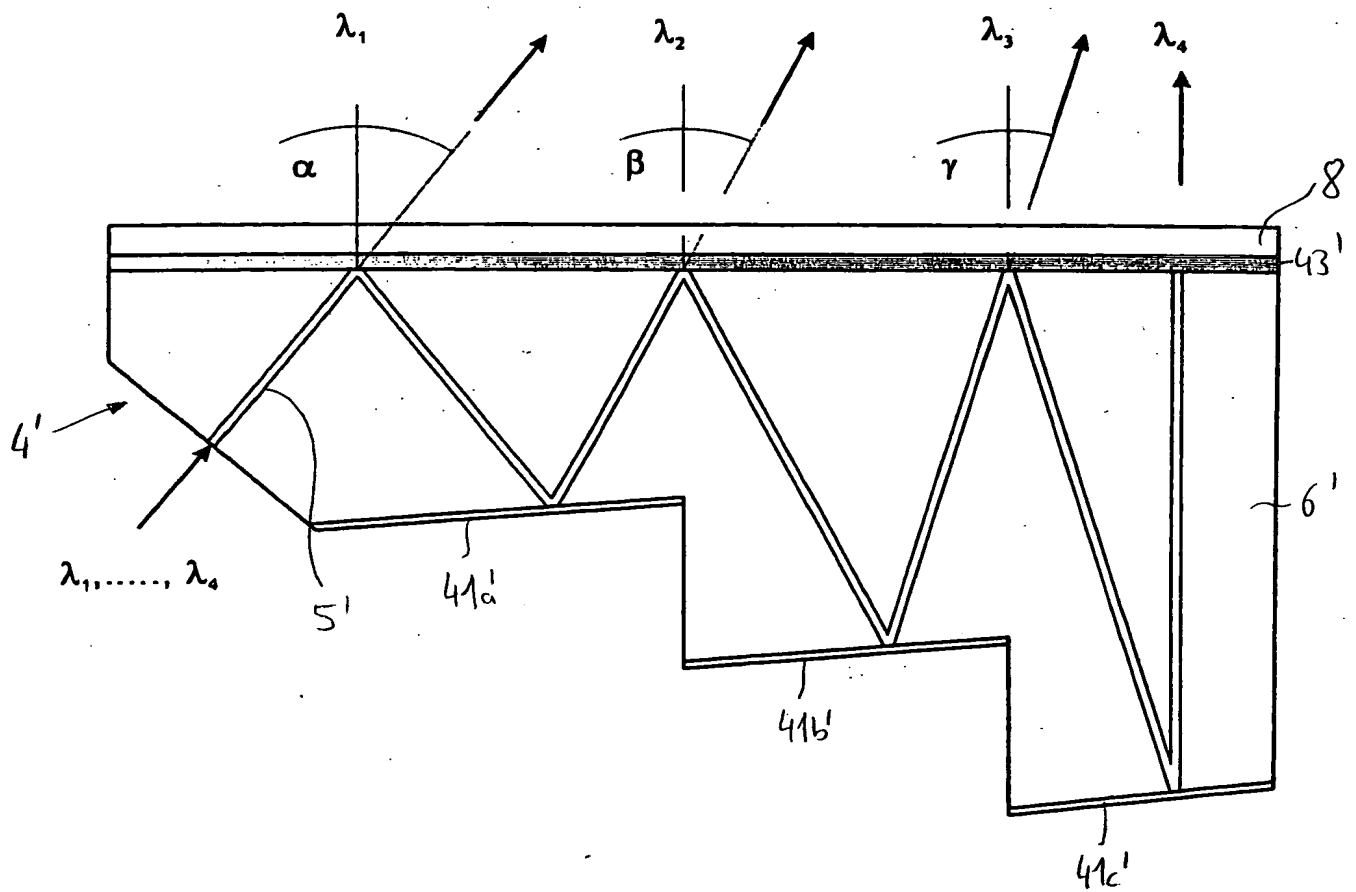
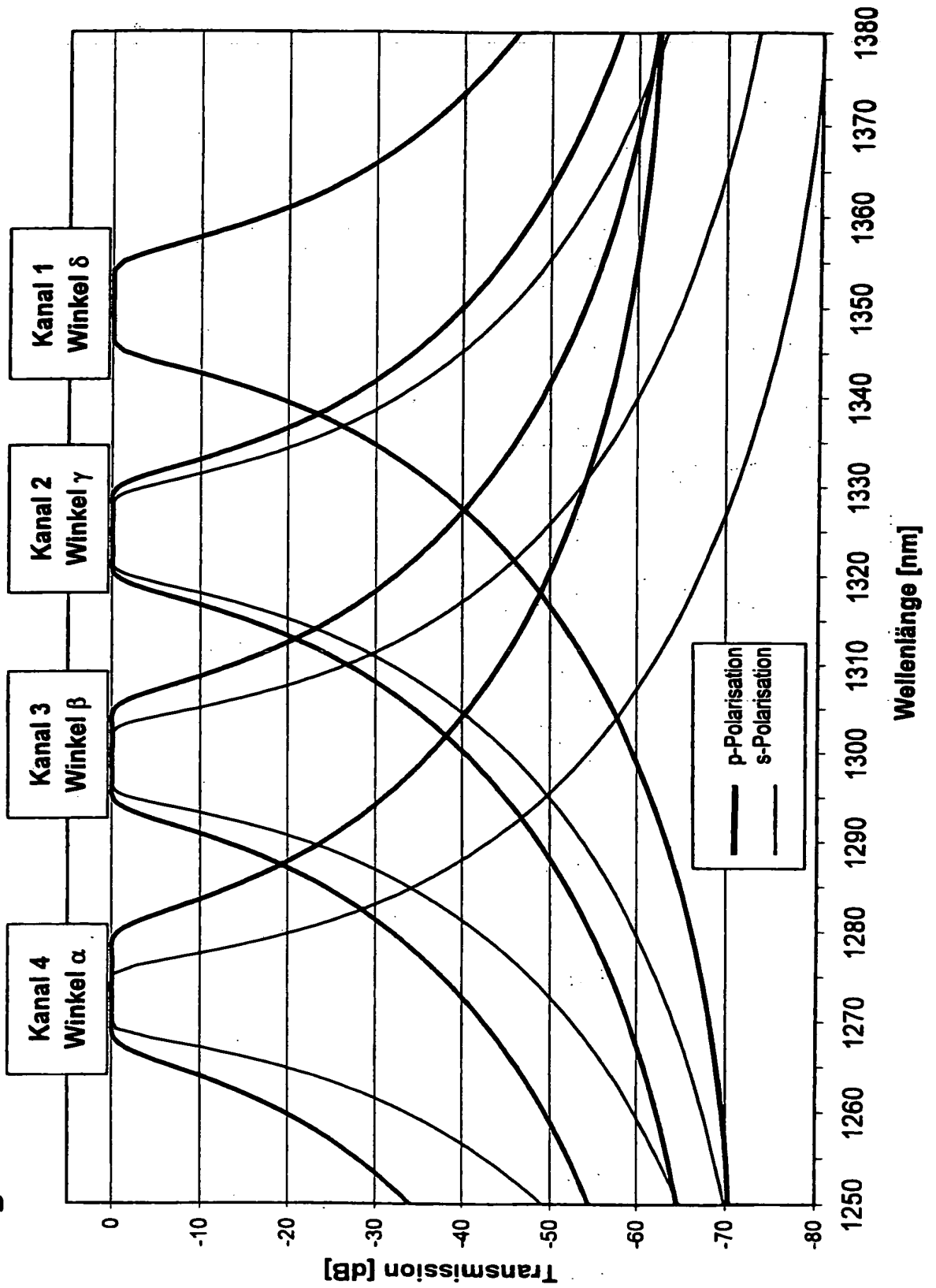


Fig. 4

Winkelabhängige Transmission



FIGUR DER ZUSAMMENFASSUNG

Fig.1

